

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Jang-hyoun YOUM

Application No.: Unassigned

Group Art Unit: Unassigned

Filed: January 14, 2004

Examiner: Unassigned

For: APPARATUS AND METHOD FOR CONTROLLING INVERTER FOR DRIVING A
THREE-PHASE MOTOR

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Korean Patent Application No(s). 2003-31968

Filed: May 20, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP



Date: January 14, 2004

By: _____

Michael D. Stein
Registration No. 37,240

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2003-0031968
Application Number

출원년월일 : 2003년 05월 20일
Date of Application
MAY 20, 2003

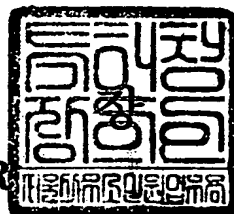
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 06 월 16 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서		
【권리구분】	특허		
【수신처】	특허청장		
【제출일자】	2003.05.20		
【발명의 명칭】	3 상모터구동용 인버터의 제어장치 및 제어방법		
【발명의 영문명칭】	apparatus and method for controlling inverter for driving 3phase-motor		
【출원인】			
【명칭】	삼성전자 주식회사		
【출원인코드】	1-1998-104271-3		
【대리인】			
【성명】	허성원		
【대리인코드】	9-1998-000615-2		
【포괄위임등록번호】	2003-002172-2		
【대리인】			
【성명】	윤창일		
【대리인코드】	9-1998-000414-0		
【포괄위임등록번호】	2003-002173-0		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	염장현		
【성명의 영문표기】	YOUM, JANG HYOUN		
【주민등록번호】	691007-1109514		
【우편번호】	442-470		
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 삼성래미안아파트 436동 404호		
【국적】	KR		
【심사청구】	청구		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 허성원 (인) 대리인 윤창일 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	20	면	29,000 원
【가산출원료】	6	면	6,000 원

1020030031968

출력 일자: 2003/6/17

【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	5	항	269,000	원
【합계】	304,000	원		

【요약서】**【요약】**

본 발명은 3상모터구동용 인버터의 제어장치 및 제어방법에 관한 것이다. 3상모터 구동용 인버터의 제어방법에 있어서, 벡터좌표상에 각 상전압의 최대값에 대응하는 세 개의 최대상전압벡터를 등각도 간격으로 배치하고, 상기 각 최대상전압벡터를 중심으로 한 소정의 각도 영역을 최대상전압벡터영역으로 설정하고, 상기 최대상전압벡터영역사이에 상기 최소상전압벡터에 대응하는 최소 상전압벡터를 설정하여, 상기 최대상전압벡터 영역에서는 해당 최대상전압을 갖는 위상단자에 연결된 제1스위치를 온시키고 제2스위치를 오프 상태로 하고, 나머지 두개의 상전압에 대응하는 스위치들에 대한 제어신호의 듀티비를 변화시켜 목표전압을 얻는 것을 특징으로 한다. 이에 의해 인버터를 복잡한 소프트웨어를 사용하지 않고 간단한 논리연산으로 제어할 수 있으며, 각 벡터영역마다 한 상의 스위치들의 온/오프 상태가 불변이므로 스위칭 손실을 줄일 수 있다.

【대표도】

도 6

【색인어】

인버터, 공간벡터변조, SVM, 제어장치, 3상모터

【명세서】**【발명의 명칭】**

3상모터구동용 인버터의 제어장치 및 제어방법{apparatus and method for controlling inverter for driving 3phase-motor}

【도면의 간단한 설명】

- 도1은 종래 d-q(회전좌표계) 전류제어기를 이용한 인버터의 제어블록도,
도2는 종래 전압벡터의 공간좌표상의 배치도,
도3은 종래 벡터영역과 상전압간의 관계도,
도4는 본 발명의 실시예에 따른 3상모터구동용 인버터의 제어장치의 블록도,
도5는 본 발명의 실시예에 따른 인버터 및 평형 3상모터의 회로도,
도6은 본 발명의 실시예에 따른 상전압벡터 및 상전압벡터영역을 배치도,
도7은 본 발명의 실시예에 따른 상전압벡터영역과 상전압벡터의 관계도,
도8은 본 발명의 실시예에 따른 영벡터가 (1,1,1)일 때의 삼각파형법에 의한 출력 선전압에 대한 선전압비교신호도,
도9는 본 발명의 실시예에 따른 상전압벡터영역에 따른 선전압비교신호 및 각 상의 제1스위치의 제어신호도이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<10> 본 발명은 3상모터구동용 인버터의 제어장치 및 제어방법에 관한 것이다.

<11> 최근 에너지 효율을 높이기 위해 가전제품(에어컨, 세탁기, 냉장고 등)에 인버터에 의해 제어되는 3상모터를 사용하는 경우가 많아지고 있다. 이러한 인버터는 펄스폭변조(PWM : Pulse Width Modulation)방법에 의해 주로 제어되는데, 인버터에 링크된 직류전압을 최대한 많이 사용할 수 있다는 점에서 공간전압벡터 펄스폭변조법(SVPWM 또는 SVM : Space Voltage Vector Pulth Width Modulation, 이하 "SVM"이라 함)이 다른 어떤 종류의 PWM 방법보다도 우수하다고 알려져 있다. 또한, 이 방식은 일반적으로 널리 사용되는 삼각파비교 PWM 방법에 비해 정상상태에서의 전류 고조파 성분을 크게 억제할 수 있는 것으로 밝혀져 있다. (Analysis and Realization of a Pulse Width Modulation on VoltageSpace Vector, H. W Van der Broeck, H. C Skydelny 저, IEEE Trans. on Appl., 1988, vol. IA-24, no.1, 142-150면 및, Analysis of the Harmonics in Voltage Fed Inverter Devices Caused by PWM Schemes with Discontinuous Switching Operation. H. W, Van der Broeck 저, 1991, EPE Conf. Rec-3, 261-266면)

<12> 그러나 지금까지 알려진 기존의 SVM은 연산이 오래 걸리고 구현이 복잡하다는 단점이 있다. 기존의 SVM에서는 실제 스위칭 시간이 인버터가 출력할 수 있는 8개의 스위칭 상태에 기준을 두고 결정된다. 이러한 접근 방식에 따르면, 실제의 스위칭 패턴을 생성하기 위해서 벡터 공간상에서 기준 전압벡터에 가장 가까운 2개의 유효 스위칭 벡터를

선정하고 각각의 벡터가 인가되는 시간을 한 주기 평균의 개념으로부터 산출해 낸다. 이렇게 산출된 시간은 또다시 실제 스위칭 시간을 생성하기 위해 재합성된다. 즉, 기준전압벡터가 위치한 섹터를 판별하고, 인가할 벡터를 선정하여 인가할 시간을 계산한 후 다시 합성하는 과정을 거친다.

- <13> 이하 도1. 내지 도3을 참조하여 종래 SVM에 기초한 인버터의 제어방법을 구체적으로 설명한다.
- <14> 도1은 종래 d-q(회전좌표계)전류 제어기를 이용한 인버터 제어장치를 도시한 것이다.
- <15> 도1에 도시한 바와 같이, 종래 인버터 제어장치는 인버터(101), d-q변환기(102), 전류제어기(103), SVM 알고리즘 모듈(104), 게이트 드라이버(105)로 구성되어 있다.
- <16> 인버터(101)는 3상모터의 각 위상단자(u, v 및 w상)와 직류전원(Vdc)의 양의 단자 사이에 연결되는 3개의 제1스위치(Sup, Svp 및 Swp)와, 상기 3상모터의 각 위상단자(u, v 및 w상)와 직류전원의 음의 단자 사이에 연결되는 제2스위치(Sun, Svn 및 Swn)를 가지고 있다.
- <17> 인버터(101)의 각 상의 제1스위치(Sup, Svp 및 Swp)를 온 상태이고 제2스위치(Sun, Svn 및 Swn)가 오프 상태인 때 1, 각 상의 제1스위치가 오프이고 제2스위치가 온 상태인 때 0으로 정의하면 8개의 전압벡터를 정의할 수 있다. 도2는 이러한 종래 전압벡터의 공간좌표상의 배치를 도시한 것이다.

- <18> 벡터 $v(t)$ 는 모터에 흐르는 선전류를 회전 좌표계상의 d-q축을 기준으로 각각 v_d , v_q 의 성분으로 표시함과 동시에 크기(V)와 인접전압벡터와의 위상(θ)로 나타낸 것이다. 각 벡터영역은 각 전압벡터로부터 이웃한 전압벡터까지의 위상변화 공간이다.
- <19> 도3은 이러한 벡터영역과 상전압간의 관계를 도시한 것으로서 영역I은 상전압 V_{uo} 의 최대값인 지점부터 시작되고, 영역III은 상전압 V_{vo} 가 최대값을 갖는 지점부터 시작되고 있음을 볼 수 있다.
- <20> d-q 변환기(102)는 3상모터의 각 위상단자에서 모터로 흐르는 선전류를 입력받아 회전좌표계로서 좌표를 변환한 값을 전류제어기(103)에 출력한다. 전류제어기(103)는 회전좌표계상의 출력전압 성분을 계산한다. SVM 알고리즘 모듈(104)은 출력전압벡터를 계산하고 인근전압벡터 및 영역을 결정하여 인근전압벡터의 벡터유지시간을 결정하여 게이트 드라이버(105)에 출력한다. 게이트 드라이버(105)는 벡터유지시간을 입력받아 인버터(101)내의 각 상의 6개의 스위치의 게이트 신호를 출력한다.
- <21> 이하 도2를 참조하여 벡터 $v(t)$ 를 출력하기 위한 스위치 도통시간을 산출하는 과정을 설명한다.
- <22> 벡터 $v(t)$ 를 출력하기 위해서는 스위치의 도통시간이 벡터의 크기 V 와 위상각 θ 에 따라 변조되어야 한다.

$$V = \sqrt{V_d^2 + V_q^2} \quad (1)$$

$$\theta = \omega t + \theta_{dq} \quad (2)$$

$$\theta_{dq} = \tan^{-1} \frac{V_q}{V_d} \quad (\text{여기서})$$

<26> 변조를 위한 출력벡터와 인근되는 벡터를 구하기 위한 구간은 다음과 같이 결정된다.

$$\theta v = \theta - \frac{\pi}{3} n, \quad \text{for } n=1,2,\dots,6 \quad (3)$$

<28> 전류제어를 위해 전압벡터 $v(t)$ 는 다음과 같이 변조될 수 있다.

$$v = \frac{T_\alpha}{T_s} V_\alpha + \frac{T_\beta}{T_s} V_\beta \quad (4)$$

<30> 다음과 같이 삼각공식을 이용하여 인근전압벡터 V_α , V_β 의 도통시간 T_α , T_β 와 영전압벡터 V_0 의 도통시간인 T_0 는 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$T_\alpha = \frac{V\sqrt{3}}{V_\alpha} T_\alpha \sin\left(\frac{\pi}{3} - \theta_v\right) \quad (5)$$

$$T_\beta = \frac{V\sqrt{3}}{V_\alpha} T_\beta \sin \theta_v \quad (6)$$

$$T_0 = T_s - T_\alpha - T_\beta \quad (7)$$

<34> 그런데 이와 같은 종래기술은 영역을 결정하고 인근 전압벡터의 스위치 도통시간을 결정하며 구간에 따른 스위칭 패턴을 정하여 스위치의 도통시간을 결정하는 등 알고리즘이 복잡하였다. 또한 인버터(101)내의 각상의 6개의 스위치가 게이트 드라이버(105)에 의해 계속하여 스위칭 되는 등의 문제가 있었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<35> 본 발명의 목적은 공간전압벡터 펄스폭변조 알고리즘을 간소화 하여 소프트웨어의 부담을 줄일 뿐 아니라 간소한 하드웨어로 3상모터구동용 인버터를 제어할 수 있는 제어 장치 및 제어방법을 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<36> 상기의 목적은 본 발명에 따라 3상모터의 각 위상단자와 직류전원의 양의 단자 사이에 연결되는 3개의 제1스위치와, 상기 3상모터의 각 위상단자와 직류전원의 음의 단자 사이에 연결되는 제2스위치를 갖는 3상모터구동용 인버터의 제어방법에 있어서, 벡터좌표상에 각 상전압의 최대값에 대응하는 세 개의 최대상전압벡터를 등각도 간격으로 배치하고, 상기 각 최대상전압벡터를 중심으로 한 소정의 각도 영역을 최대상전압벡터영역으로 설정하고, 상기 최대상전압벡터영역사이에 상기 최소상전압벡터에 대응하는 최소 상전압벡터를 설정하고, 상기 최대상전압벡터영역에서는 해당 최대상전압을 갖는 위상단자에 연결된 제1스위치를 온시키고 제2스위치를 오프 상태로 하고, 나머지 두개의 상전압에 대응하는 스위치들에 대한 제어신호의 듀티비를 변화시켜 목표전압을 얻는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 3상모터구동용 인버터의 제어방법에 의해 달성 될 수 있다.

<37> 상기 각 최소상전압벡터영역에서는 상기 각 최소상전압벡터영역과 180도 위상을 갖는 상기 최대상전압벡터영역의 최대상전압을 갖는 위상단자에 연결된 제1스위치를 오프시키고 제2스위치를 온 상태로 하고, 나머지 상전압에 대응하는 스위치의 제어신호의 듀티비를 변화시켜 목표전압을 얻도록 하는 것이 바람직하다.

- <38> 여기서 상기 각 상전압벡터영역은 각도크기가 동일한 것으로 할 수 있으며, 상기 듀티비는 상기 나머지 두개의 상전압과 상기 최대위상영역벡터의 최대상전압을 위상단자의 상전압간의 선전압과 상기 직류전원의 전압의 비에 기초하여 산출할 수 있다.
- <39> 또한 상기 목적은 3상모터의 각 위상단자와 직류전원의 양의 단자 사이에 연결되는 3개의 제1스위치와, 상기 3상모터의 각 위상단자와 직류전원의 음의 단자 사이에 연결되는 제2스위치를 갖는 3상모터구동용 인버터의 제어장치에 있어서, 상기 3상모터의 각 위상단자의 상전압을 입력받고 상기 상전압이 양의 값을 가지면 1을, 상기 상전압이 음의 값을 가지면 0을 반환하는 sign함수를 사용하여 다음과 같은 논리연산으로 벡터영역 변수를 출력하는 벡터영역결정부와,
- <40>
$$\text{region1} = \text{sign}(V_{uo}) \ \& \ \sim\text{sign}(V_{vo}) \ \& \ \sim\text{sign}(V_{wo})$$
- <41>
$$\text{region2} = \text{sign}(V_{uo}) \ \& \ \text{sign}(V_{vo}) \ \& \ \sim\text{sign}(V_{wo})$$
- <42>
$$\text{region3} = \sim\text{sign}(V_{uo}) \ \& \ \text{sign}(V_{vo}) \ \& \ \sim\text{sign}(V_{wo})$$
- <43>
$$\text{region4} = \sim\text{sign}(V_{uo}) \ \& \ \text{sign}(V_{vo}) \ \& \ \text{sign}(V_{wo})$$
- <44>
$$\text{region5} = \sim\text{sign}(V_{uo}) \ \& \ \sim\text{sign}(V_{vo}) \ \& \ \text{sign}(V_{wo})$$
- <45>
$$\text{region6} = \text{sign}(V_{uo}) \ \& \ \sim\text{sign}(V_{vo}) \ \& \ \text{sign}(V_{wo}) \quad (8)$$
- <46> (여기서 region1, region2, region3, region4, region5 및 region6은 각각 상전압 벡터영역을 나타내는 벡터영역변수이며, V_{uo} , V_{vo} 및 V_{wo} 는 각각 u, v 및 w상의 상전압이다)
- <47> 상기 상전압을 입력받고 상기 각 상전압간의 선전압이 상기 직류전원에 대한 비로서 얻어지는 듀티비에 따라 선전압비교신호를 산출하는 선전압비교신호생성부와, 다음과

같은 논리연산을 통해 상기 인버터의 상기 제1스위치의 제어신호를 산출하고, 상기 제1스위치의 제어신호와 180도의 위상차를 갖는 제2스위치의 제어신호를 산출하는 인버터 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 3상모터구동용 인버터의 제어장치로 달성될 수도 있다.

<48> $S_u = \text{region1} + S_{wu} \& (\text{region2} + \text{region5}) + S_{uv} \& (\text{region3} + \text{region6})$

<49> $S_v = \text{region3} + S_{uv} \& (\text{region1} + \text{region4}) + S_{vw} \& (\text{region2} + \text{region5})$

<50> $S_w = \text{region5} + S_{wu} \& (\text{region3} + \text{region6}) + S_{uv} \& (\text{region1} + \text{region4})$

<51> (9)

<52> (여기서 S_u , S_v 및 S_w 는 u , v 및 w 상의 제1스위치소자의 제어신호이며 S_{uv} , S_{vw} 및 S_{wu} 는 각 선전압 V_{uv} , V_{vw} 및 V_{wu} 에 대응하는 선전압비교신호이다.)

<53> 도4는 본 발명의 실시예에 따른 3상모터구동용 인버터의 제어장치의 블록도이다. 도4에 도시한 바와 같이 인버터 제어장치는 인버터(1), 3상모터(2), 벡터영역결정부(3), 선전압비교신호생성부(4) 및 인버터제어부(5)를 갖고 있다.

<54> 도5를 참조하면, 인버터(1)는 3상모터(2)의 각 위상단자(u , v 및 w 상)와 직류전원(V_{dc})의 양의 단자 사이에 연결되는 3개의 제1스위치(S_{up} , S_{vp} 및 S_{wp})와, 상기 3상모터(2)의 각 위상단자(u , v 및 w 상)와 직류전원(V_{dc})의 음의 단자 사이에 연결되는 제2스위치(S_{un} , S_{vn} 및 S_{wn})를 가지고 있다. 인버터(1)의 출력단자는 평형 3상모터(2)의 각 위상단자에 연결되고, 평형 3상모터(2)의 중성점(o)에 대한 각 위상단자의 전압 V_{uo} , V_{vo} 및 V_{wo} 이 상전압이 된다.

- <55> 벡터영역결정부(3)는 각 3상모터(2)의 각 위상단자의 상전압을 입력받고 인버터 제어부(5)로 벡터영역변수를 출력한다. 이하 도6 및 도7을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 공간좌표상의 상전압벡터와 상전압벡터영역을 설명한다.
- <56> 인버터(1)의 각 상의 제1스위치 및 제2스위치의 게이트단자에는 스위치의 온/오프를 제어하는 제어신호(S_u , S_v , S_w)가 입력된다. 각 상에 대응하는 제1스위치를 온 시키고 제2스위치를 오프시키면 1을 갖고, 제1스위치를 오프시키고 제2스위치를 온 시키면 0을 갖는 상전압벡터의 성분에 따라 인버터(1)는 6개의 스위치에 의해서 8개의 상전압벡터 $V_0 \sim V_7$ 벡터를 갖는다.
- <57> 도6은 이러한 상전압벡터 및 그에 따른 상전압벡터영역을 도시한 것이다. 상전압벡터에서 $V_0(0,0,0)$ 과 $V_7(1,1,1)$ 을 기준전압벡터로 하고, 벡터공간에서 기준전압벡터를 제외한 상전압벡터가 $V_1(1,0,0)$, $V_2(1,1,0)$, $V_3(0,1,0)$, $V_4(0,1,1)$, $V_5(0,0,1)$ 및 $V_6(1,0,1)$ 의 순서로 60도의 간격을 갖는 방사형태로 배치되어 있다. 상전압벡터와 최대 거리를 갖는 기준전압벡터를 상기 전압벡터의 영벡터로 선택하여 각 영역에 대한 영벡터로 설정한다.
- <58> V_1 벡터는 V_{uo} 가 최대값을 갖는 경우의 벡터이며, 그와 반대위상을 갖는 V_4 는 V_{uo} 가 최소값을 갖는 경우의 벡터이다. 이와 같이 V_3 와 V_5 는 각각 V_{vo} 와 V_{wo} 의 최대값을 나타내는 벡터이며, V_2 와 V_6 는 각각 V_{vo} 와 V_{wo} 의 최소값을 나타내는 벡터이다. 따라서 이하, 벡터 V_1 , V_3 , V_5 는 최대상전압벡터로 정의하고, V_2 , V_4 및 V_6 는 최소상전압벡터로 정의한다.
- <59> 도6에 도시한 바와 같이, 각 상전압벡터영역은 상전압벡터를 중심으로 소정의 각도 크기를 갖는데 각도의 크기를 60도로 하는 것이 바람직하다. 이와 같은 상전압벡터영역

과 상전압벡터의 관계를 도7(a)에 도시하였다. 상전압벡터영역1을 보면 영역의 중앙에서 상전압 V_{uo} 의 파형이, 상전압벡터영역3에서는 상전압 V_{vo} 의 파형이 영역의 중앙에서 최대값을 갖는 것을 알 수 있다. 이때 각 영역은 도7(c)에 도시한 바와 같이 각 상전압의 부호와 관련되어 있음을 알 수 있다.

<60> 그래서 상전압이 양의 값을 가지면 1을, 상기 상전압이 음의 값을 가지면 0을 반환하는 sign 함수의 다음과 같은 논리연산으로 벡터영역변수를 산출할 수 있다.

<61> $\text{region1} = \text{sign}(V_{uo}) \& \sim \text{sign}(V_{vo}) \& \sim \text{sign}(V_{wo})$

<62> $\text{region2} = \text{sign}(V_{uo}) \& \text{sign}(V_{vo}) \& \sim \text{sign}(V_{wo})$

<63> $\text{region3} = \sim \text{sign}(V_{uo}) \& \text{sign}(V_{vo}) \& \sim \text{sign}(V_{wo})$

<64> $\text{region4} = \sim \text{sign}(V_{uo}) \& \text{sign}(V_{vo}) \& \text{sign}(V_{wo})$

<65> $\text{region5} = \sim \text{sign}(V_{uo}) \& \sim \text{sign}(V_{vo}) \& \text{sign}(V_{wo})$

<66> $\text{region6} = \text{sign}(V_{uo}) \& \sim \text{sign}(V_{vo}) \& \text{sign}(V_{wo})$ (10)

<67> (여기서 region1, region2, region3, region4, region5 및 region6은 각각 상전압 벡터영역을 나타내는 벡터영역변수; V_{uo} , V_{vo} 및 V_{wo} 는 각각 모터(2)의 u상, v상 및 w상의 상전압이다.)

<68> 벡터영역변수가 1을 가지면 상전압벡터가 벡터영역변수가 가리키는 해당 영역에 위치한다는 것을 의미하게 되는 것이다.

<69> 선전압비교신호 생성부(4)는 상전압을 입력받고 각 상전압간의 선전압이 인버터(1)에 링크되어 있는 직류전원에 대한 비로서 얻어지는 듀티비에 따라 선전압비교신호를

인버터제어부(5)에 출력한다. 이하에서는 각 스위치의 도통시간과 선전압비교신호를 구하는 과정을 설명한다.

<70> 도5를 참조하면, 각 상의 도통시간 T_u , T_v 및 T_w 와 직류전원의 음의 단자(n)를 기준한 평균출력전압 V_{un} , V_{vn} , V_{wn} 과의 관계식을 구해보면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} V_{un} &= V_{dc} \frac{T_u}{T_s}, & V_{vn} &= V_{dc} \frac{T_v}{T_s}, & V_{wn} &= V_{dc} \frac{T_w}{T_s} \end{aligned} \quad (11)$$

<72> 그리고 평형 3상회로의 중성점(o)의 직류전원의 음의 단자측을 기준한 전압 V_{on} 은 중첩의 원리에 의해 구해진다.

$$V_{on} = \frac{1}{3} (V_{un} + V_{vn} + V_{wn}) = \frac{1}{3} \frac{V_{dc}}{T_s} (T_u + T_v + T_w) \quad (12)$$

<74> 출력상전압과 스위치의 도통시간과의 관계는 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} V_{uo} \\ V_{vo} \\ V_{wo} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_{un} \\ V_{vn} \\ V_{wn} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} V_{on} \\ V_{on} \\ V_{on} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \frac{V_{dc}}{T_s} \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_u \\ T_v \\ T_w \end{bmatrix} \quad (13)$$

<76> 상전압벡터영역1에 있고 영전압벡터 $V_0(1,1,1)$ 이면, $T_u = T_s$ 가 되고 식(13)을 이용하여 도통시간을 계산하면,

$$\begin{bmatrix} T_u \\ T_v \\ T_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_s \\ T_s \\ T_s \end{bmatrix} - \frac{T_s}{V_{dc}} \begin{bmatrix} V_{uo} - V_{uo} \\ V_{vo} - V_{uo} \\ V_{wo} - V_{uo} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_s \\ T_s \\ T_s \end{bmatrix} - \frac{T_s}{V_{dc}} \begin{bmatrix} 0 \\ V_{vu} \\ V_{wu} \end{bmatrix} \quad (14)$$

<78> 상전압벡터영역1에 있고 영전압벡터가 $V_0(0,0,0)$ 이라면, $T_w = 0$ 가 되고 이를 이용하여 도통시간을 계산하면,

<79>

$$\begin{bmatrix} T_u \\ T_v \\ T_w \end{bmatrix} = \frac{T_s}{V_{dc}} \begin{bmatrix} V_{uo} - V_{wo} \\ V_{vo} - V_{wo} \\ V_{wo} - V_{wo} \end{bmatrix} = \frac{T_s}{V_{dc}} \begin{bmatrix} V_{uw} \\ V_{vw} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (15)$$

<80>

(여기서 T_u , T_v 및 T_w 는 각 상의 제1스위치가 도통되는 듀티사이클의 펄스시간, V_{uo} , V_{vo} 및 V_{wo} 는 u, v 및 w 상에 대응하는 상전압, T_s 는 제1스위치에 인가되는 제어신호의 듀티사이클에 있어서의 펄스주기이다.)

<81>

식(14)와 식(15)로부터 각 상의 스위치의 도통시간은 구간에 따라 정해지는 영전압 벡터와 선간전압의 크기에 따라 결정됨을 알 수 있다. 이에 의해 구해지는 도통시간에 대하여 상기 제1스위치를 온 시키는 제어신호를 선전압비교신호라고 정의한다.

<82>

도8은 영벡터가 (1,1,1)일 때의 출력 선전압에 대한 선전압비교신호를 삼각파형법에 의해 도시한 것이다. 만약 영벡터가 (0,0,0)이라면 선전압비교신호의 위상은 180도 바뀌어야 한다.

<83>

인버터제어부(5)는 벡터영역결정부(3)와 선전압비교신호 생성부(4)로부터 각각 벡터영역변수와 선전압비교신호를 입력받아 인버터(1)에 인버터 제어신호를 출력한다.

<84>

도7(d)를 참조하면 인버터(1)의 각 스위치에 대한 제어신호는 각 상전압벡터영역에서 4개의 스위치에 대하여 선전압의 시간에 따른 변화에 의해서 변하며, 영벡터에 해당하는 위상단자에 연결된 스위치는 소정의 온/오프 상태가 유지하는 것을 볼 수 있다. 따라서 각 상의 제1스위치의 제어신호는 다음과 같은 논리연산을 통해 구해짐을 알 수 있다.

<85> $S_u = \text{region1} + S_{uw} \& (\text{region2} + \text{region5}) + S_{uv} \& (\text{region3} + \text{region6})$

<86> $S_v = \text{region3} + S_{uv} \& (\text{region1} + \text{region4}) + S_{vw} \& (\text{region2} + \text{region5})$

<87> $Sw = \text{region5} + Swu \ \& \ (\text{region3} + \text{region6}) + Suv \ \& \ (\text{region1} + \text{region4})$

<88> (16)

<89> (여기서 Su, Sv 및 Sw는 제1스위치의 제어신호이고 Suv, Svw 및 Swu는 각 선전압에 대응하는 선전압비교신호이며, region1, region2, region3, region4, region5, region6은 벡터영역변수이다.)

<90> 도9는 상전압벡터영역에 따른 선전압비교신호(9(b)Swu, 9(d)Svw 및 9(f)Suv) 및 각 상의 제1스위치의 제어신호(9(g)Su, 9(h)Sv 및 9(i)Sw)를 도시한 것이다. 각 상의 제2스위치에는 상기 제1스위치의 제어신호와 180도 위상차가 나는 제어신호를 인가한다.

【발명의 효과】

<91> 상술한 바와 같이 본 발명에 의해 인버터를 복잡한 소프트웨어를 사용하지 않고 간단한 논리연산으로 제어할 수 있으며, 각 상전압벡터영역마다 한 상의 스위치들의 온/오프 상태가 불변이므로 스위칭 손실을 줄일 수 있다

【특허청구범위】**【청구항 1】**

3상모터의 각 위상단자와 직류전원의 양의 단자 사이에 연결되는 제1스위치와, 상기 3상모터의 각 위상단자와 직류전원의 음의 단자 사이에 연결되는 제2스위치를 갖는 3상모터구동용 인버터의 제어방법에 있어서,

벡터좌표상에 각 상전압의 최대값에 대응하는 세 개의 최대상전압벡터를 등각도 간격으로 배치하고, 상기 각 최대상전압벡터를 중심으로 한 소정의 각도 영역을 최대상전압벡터영역으로 설정하고, 상기 최대상전압벡터영역사이에 상기 최소상전압벡터에 대응하는 최소 상전압벡터를 설정하며,

상기 최대상전압벡터영역에서는 해당 최대상전압을 갖는 위상단자에 연결된 제1스위치를 온시키고 제2스위치를 오프 상태로 하고, 나머지 두개의 상전압에 대응하는 스위치들에 대한 제어신호의 듀티비를 변화시켜 목표전압을 얻는 것을 특징으로 하는 3상모터구동용 인버터의 제어방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 각 최소상전압벡터영역에서는 상기 각 최소상전압벡터영역과 180도 위상을 갖는 상기 최대상전압벡터영역의 최대상전압을 갖는 위상단자에 연결된 제1스위치를 오프시키고 제2스위치를 온 상태로 하고, 나머지 상전압에 대응하는 스위치의 제어신호의 듀티비를 변화시켜 목표전압을 얻는 것을 특징으로 하는 3상모터구동용 인버터의 제어방법.

【청구항 3】

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 각 상전압벡터영역은 각도크기가 동일한 것을 특징으로 하는 3상모터구동용 인버터의 제어방법.

【청구항 4】

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 듀티비는 상기 나머지 두개의 상전압과 상기 최대상전압벡터의 최대상전압을 위상단자의 상전압간의 선전압과 상기 직류전원의 전압의 비에 기초하여 산출하는 것을 특징으로 하는 3상모터구동용 인버터의 제어방법.

【청구항 5】

3상모터의 각 위상단자와 직류전원의 양의 단자 사이에 연결되는 3개의 제1스위치와, 상기 3상모터의 각 위상단자와 직류전원의 음의 단자 사이에 연결되는 제2스วิต치를 갖는 3상모터구동용 인버터의 제어장치에 있어서,

상기 3상모터의 각 위상단자의 상전압을 입력받고 상기 상전압이 양의 값을 가지면 1을, 상기 상전압이 음의 값을 가지면 0을 반환하는 sign함수를 사용하여 다음과 같은 논리연산으로 벡터영역변수를 출력하는 벡터영역결정부와,

$$\text{region1} = \text{sign}(V_{uo}) \ \& \ \sim\text{sign}(V_{vo}) \ \& \ \sim\text{sign}(V_{wo})$$

$$\text{region2} = \text{sign}(V_{uo}) \ \& \ \text{sign}(V_{vo}) \ \& \ \sim\text{sign}(V_{wo})$$

$$\text{region3} = \sim\text{sign}(V_{uo}) \ \& \ \text{sign}(V_{vo}) \ \& \ \sim\text{sign}(V_{wo})$$

$$\text{region4} = \sim\text{sign}(V_{uo}) \ \& \ \sim\text{sign}(V_{vo}) \ \& \ \text{sign}(V_{wo})$$

$$\text{region5} = \sim\text{sign}(\text{Vuo}) \ \& \ \sim\text{sign}(\text{Vvo}) \ \& \ \text{sign}(\text{Vwo})$$

$$\text{region6} = \text{sign}(\text{Vuo}) \ \& \ \sim\text{sign}(\text{Vvo}) \ \& \ \text{sign}(\text{Vwo})$$

(여기서 region1, region2, region3, region4, region5 및 region6은 각각 상전압 벡터영역을 나타내는 벡터영역변수이며, Vuo, Vvo 및 Vwo는 각각 u, v 및 w상의 상전압이다)

상기 상전압을 입력받고 상기 각 상전압간의 선전압이 상기 직류전원에 대한 비로서 얻어지는 듀티비에 따라 선전압비교신호를 산출하는 선전압비교신호생성부와,

다음과 같은 논리연산을 통해 상기 인버터의 상기 제1스위치의 제어신호를 산출하고, 상기 제1스위치의 제어신호와 180도의 위상차를 갖는 제2스위치의 제어신호를 산출하는 인버터제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 3상모터구동용 인버터의 제어장치:

$$\text{Su} = \text{region1} + \text{Swu} \ \& \ (\text{region2} + \text{region5}) + \text{Suv} \ \& \ (\text{region3} + \text{region6})$$

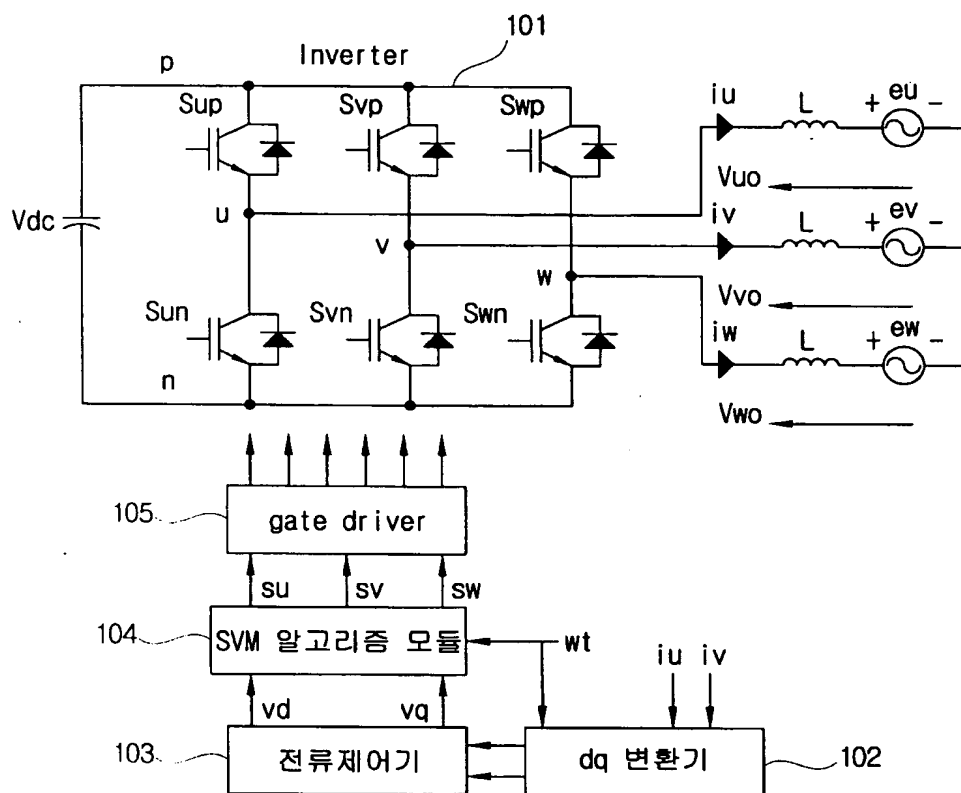
$$\text{Sv} = \text{region3} + \text{Suv} \ \& \ (\text{region1} + \text{region4}) + \text{Svw} \ \& \ (\text{region2} + \text{region5})$$

$$\text{Sw} = \text{region5} + \text{Swu} \ \& \ (\text{region3} + \text{region6}) + \text{Suv} \ \& \ (\text{region1} + \text{region4})$$

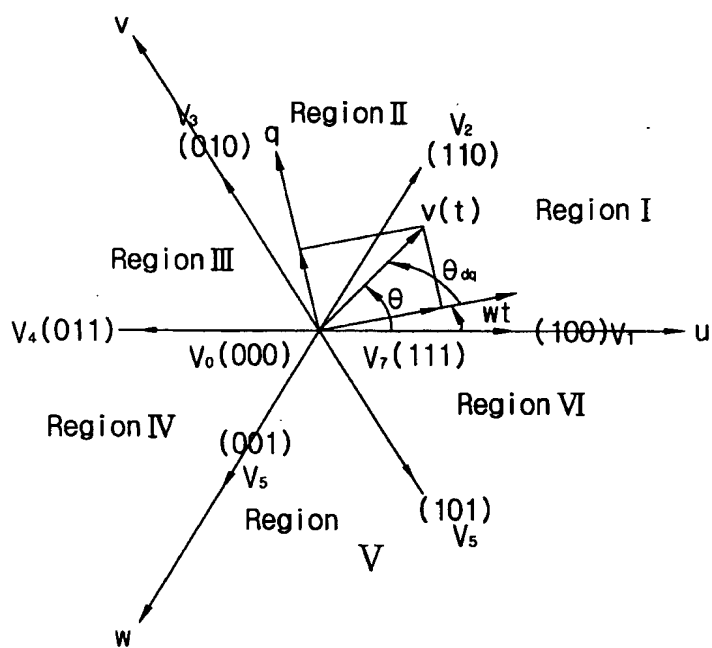
(여기서 Su, Sv 및 Sw는 u, v 및 w상의 제1스위치소자의 제어신호이며 Suv, Svw 및 Swu는 각 선전압 Vuv, Vvw 및 Vwu에 대응하는 선전압비교신호이다.)

【도면】

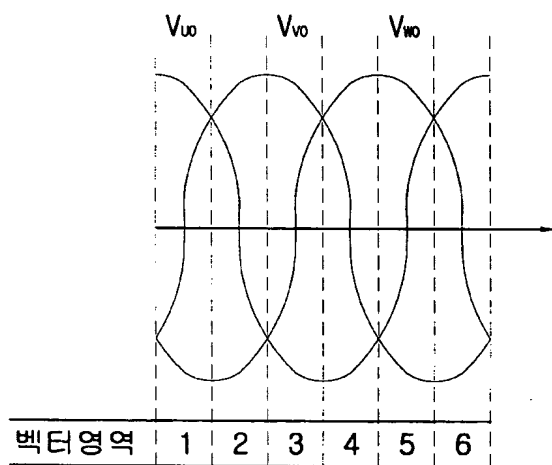
【도 1】



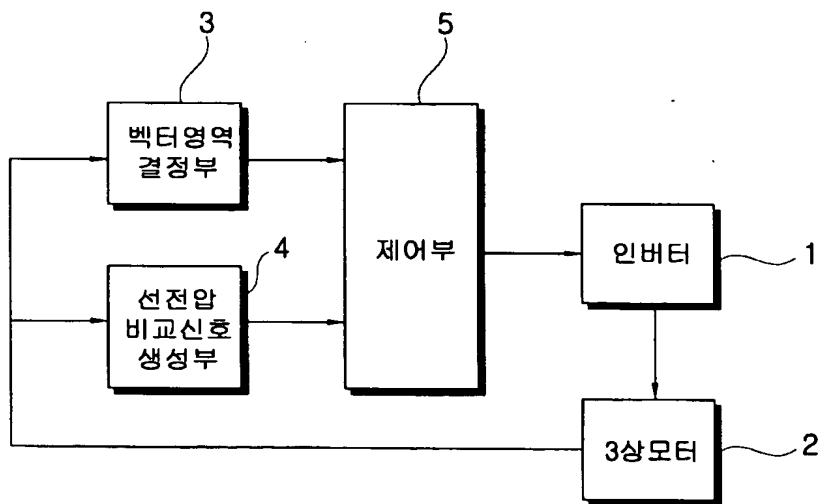
【도 2】



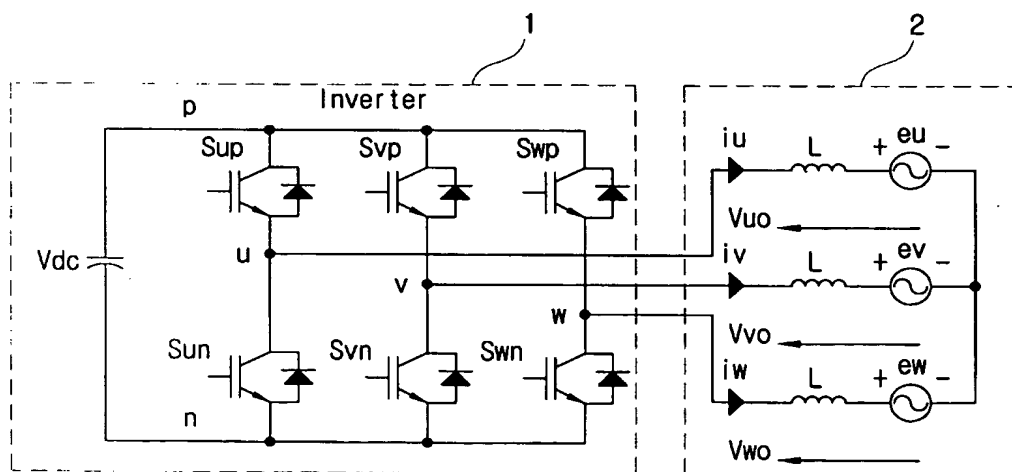
【도 3】



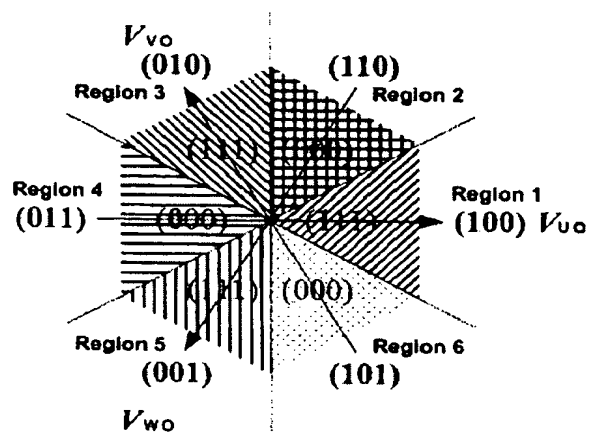
【도 4】



【도 5】

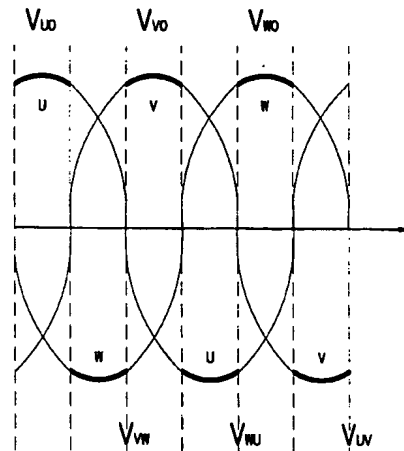


【도 6】

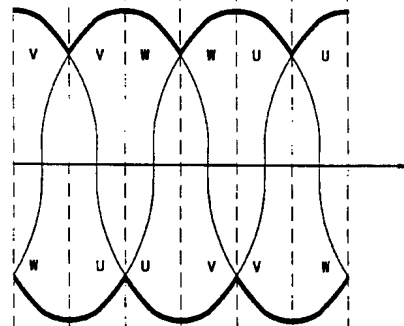


【도 7】

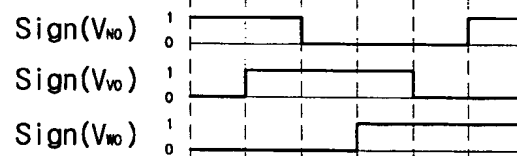
7(a)



7(b)



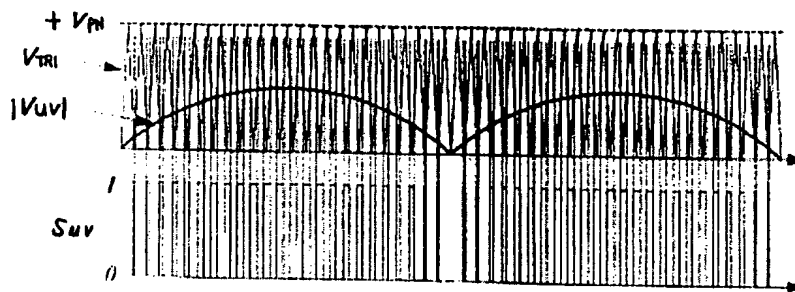
7(c)



7(d)

영역	1	2	3	4	5	6
SW_ON per bridge	Su	I	Swu	Suv	0	Svu
	Sv	Suv	Svw	I	Suv	Svw
	Sw	Swu	0	Svw	Swu	I

【도 8】



【도 9】

